

*И. А. Кириков, А. В. Колесников, С. В. Листопад*

## ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРУППОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ МАЛЫМ КОЛЛЕКТИВОМ ЭКСПЕРТОВ

80

*Рассматриваются особенности процесса решения задач малым коллективом экспертов и их визуализация. Релевантное применение предлагаемых средств визуализации в виртуальных гетерогенных коллективах на различных этапах процесса коллективного решения задачи обеспечит их устойчивость в зоне дискомфорта, когда велика вероятность распада коллектива. Визуализация процесса решения сложных задач в виртуальных гетерогенных коллективах повысит степень доверия к результатам их работы за счет наглядного представления причин, обусловивших полученное решение.*

*The features of the problem solving process by a small team of experts and their visualization are considered. Relevant application of the proposed visualization tools in virtual heterogeneous teams at different stages of the collective problem solving process will ensure their stability in the zone of discomfort when the probability of the team's disintegration is high. Visualization of the complex problem solving process in virtual heterogeneous teams will increase the degree of confidence in the results of their work due to a visual representation of the reasons that led to the decision.*

**Ключевые слова:** визуализация, коллективное принятие решений, групповой процесс.

**Key words:** visualization, team decision-making, group process.

### Введение

Сложные задачи, возникающие в практике принятия решений, традиционно решаются коллективами экспертов под руководством лица, принимающего решения (ЛПР). Принятие коллективных решений демократичнее индивидуального и учитывает интересы множества заинтересованных лиц. При коллективном принятии решений поставленная задача может быть всесторонне проанализирована, так как приглашаются эксперты в различных областях знаний. Это позволяет коллективу решать задачи, с которыми один человек не справляется. Однако практика коллективного решения задач показывает, что не всегда эти положительные качества коллективного решения задач претворяются в жизнь: плодом работы коллектива часто становятся некреативные, слабые и посредственные решения [1].



Принятие решений малым коллективом редко соответствует идеальной схеме, когда каждый эксперт внимательно следит за высказываниями других и в равной мере участвует в дискуссии на всем ее протяжении [1]. Периоды спокойного обсуждения чередуются с периодами хаоса, когда процесс принятия решений идет «вразнос» и может досрочно завершиться без принятия удовлетворительного решения. Одни эксперты могут узурпировать возможность высказывания мнения, тогда как другие их перестают понимать и фактически исключаются из дискуссии.

В такие моменты необходим инструментарий, позволяющий идентифицировать и наглядно представить текущую ситуацию принятия решений в коллективе, чтобы все участники коллектива могли скорректировать свое поведение. Визуализация качественно меняет субъект управления, позволяя ему с одного взгляда распознать проблемную ситуацию и «увидеть ее решение» без логических умозаключений. Методы визуализации информации для принятия решений исследуются в визуальном управлении и контроле, визуальном мышлении, когнитивной психологии и лингвистике, инженерии образов и других научных направлениях, обобщены и развиты в работах О.С. Анисимова, Ю.Р. Валькмана, Б.А. Кобринского, О.П. Кузнецова, Г.С. Осипова, Д.А. Поспелова, В.Б. Тарасова, И.Б. Фоминых, Г.П. Щедровицкого, А.Е. Янковской, Р. Арнхейма, Э. Боно, У. Боумена, М. Вертхеймера, Д. Роэма, Д. Сиббета, С. Кейнера.

Применение такого инструментария в системах гибридного и синергетического искусственного интеллекта, моделирующих решение задач малым коллективом экспертов, повысит степень доверия к результатам работы таких систем, так как позволит их пользователям наблюдать за ходом принятия решений, понимать, какие решения рассматривались, какие из них были отклонены и каким образом было принято итоговое решение. Особенно визуальное моделирование процесса принятия решений актуально в виртуальных гетерогенных коллективах, когда реальные эксперты и искусственные элементы-аватары образуют единый коллектив [2].

## 1. Процессы принятия решений в малом коллективе

Организация принятия решений малым коллективом экспертов заключается не только в том, чтобы собрать людей вместе и обозначить проблему. При решении вновь возникающих, ранее не встречавшихся задач, процесс, в общем случае, состоит из следующих этапов: постановка, формулирование и анализ задачи, сбор и интерпретация данных, поиск решений, анализ эффективности решений и окончательный выбор, представление результатов, реализация решения, мониторинг и оценка результатов [3]. Периоды коллективного обсуждения общей задачи могут чередоваться с периодами индивидуальной работы экспертов над «своими» подзадачами.



Процесс решения задачи накладывается на процесс формирования и развития коллектива экспертов как единой сущности, состоящий из стадий: формирование, бурление, становление норм, выполнение, принятие решения и расформирование [4; 5]. Эти стадии согласуются с моделью «ромба группового принятия решений», предложенной С. Кейнером, К. Толди, С. Фиск, Д. Бергером [1].

На первой стадии члены коллектива знакомятся, обмениваются официальной информацией друг о друге, вносят предложения о работе коллектива, придерживаются общепринятых точек зрения, высказывают предложения, ведущие к очевидным решениям [5]. Если задача имеет очевидное решение, то дискуссия может быть завершена уже на этом этапе. Проблема в том, что часто даже при решении сложных задач, не имеющих очевидного решения, дискуссия завершается на стадии формирования без выработки удовлетворительного решения. Основная причина такого исхода работы – неспособность членов коллектива к совместной работе: различия в точках зрения рассматриваются как конфликты, которые необходимо разрешить, в результате перспективные нестандартные решения отбрасываются [1].

Если коллективу экспертов удалось выйти за границы устоявшихся мнений, процесс обсуждения переходит на стадию бурления, когда отдельные участники начинают высказывать нестандартные, часто противоречивые решения. На стадии бурления характерно возникновение конфликтов и появление конфронтации между членами коллектива. Если различия слишком велики, то некоторые члены могут покинуть коллектив, иначе они приспособляются или открыто обсуждают противоречия. Важная роль на этой стадии принадлежит формальному лидеру, который должен решать внутригрупповые конфликты.

Стадия «бурления» приводит коллектив в зону дискомфорта, когда его члены должны приложить усилия, чтобы совместить разнообразные идеи со своими собственными. В этой зоне происходит становление норм в коллективе – его члены приспособляются к различиям во взглядах и сотрудничают друг с другом, разрабатывают групповые нормы поведения, возникает чувство товарищества, сплоченность.

Выполнение работы – члены коллектива переформулируют ценные мысли в конкретные предложения и «шлифуют» их, пока все участники дискуссии не придут к конечному решению, воплощающему все разнообразие точек зрения членов коллектива. Эта стадия характеризуется «сходящимся мышлением», то есть классификацией идей, их обобщением, вынесением оценок, в противовес расходящемуся, свойственному для стадии бурления, в рамках которой поощряется открытая безоценочная дискуссия и генерация большого числа решений [1].

Принятие решения и расформирование. Выполняется принятие коллективного решения, учитывающего мнения всех экспертов, принявших участие в обсуждении, если коллектив был собран для решения единственной задачи, он расформируется. Постоянные коллективы достигают этой стадии после реализации всех их целей.



Кроме того, при обсуждении задачи в коллективе экспертов возникает множество групповых, макропроцессов: социальная фасилитация (ингибация), адаптация, Рингельмана, самоорганизация, синергия, группсинк и конформизм, мода (подражание), гомеостаз, групповой эгоизм, волна, самообучение, бумеранг и другие [6]. Все они сказываются на качестве принимаемых коллективом решений.

Таким образом, принятие решений малым коллективом экспертов — многогранный процесс. Для того чтобы раскрыть потенциал коллективного принятия решений, необходимо понимание динамики процесса работы коллектива, а также текущего состояния этого процесса. В этой связи актуальна разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений, способных визуализировать процесс принятия решений и его стадию как в естественном, так и в виртуальном гетерогенном коллективе.

## 2. Средства визуализации процессов принятия решений в малом коллективе экспертов

Для визуализации процесса принятия решений в малом коллективе могут быть использованы разнообразные методы:

1) схемы и диаграммы для представления процесса, например блок-схемы, сети Петри, циклические диаграммы, диаграммы Ганта, временные диаграммы и т. д. [7; 8];

2) метафорические представления, такие как этапы сплава по реке, постройка моста над пропастью, преодоления барьеров и прочие;

3) специальные методы визуализации, предназначенные для отображения процессов взаимодействия в коллективе: ромб группового принятия решений, группометр, диаграмма консенсуса и другие.

Формализованная блок-схема описывает основные стадии процесса с помощью связанных друг с другом однонаправленными стрелками блоков, вид которых зависит от их роли в процессе [8]. Например, схема процесса решения сложных задач малым коллективом экспертов представлена на рисунке 1 [3].

Диаграмма циклического процесса, как и блок-схема, показывает основные этапы циклического процесса решения задачи [8]. Циклическость отображается в виде кольца, которое образуют соединенные стрелками этапы. Начало и окончание процесса представляется входящей и выходящей из круга стрелками.

Диаграмма Ганта (рис. 2) используется для отображения последовательности, длительности, времени начала и окончания этапов, составляющих процесс решения задачи, а также экспертов, участвующих в процессе решения задачи на каждом из этапов [8]. Позволяет контролировать своевременность начала и окончания каждого этапа, что важно, когда время на решение сложной задачи жестко ограничено.

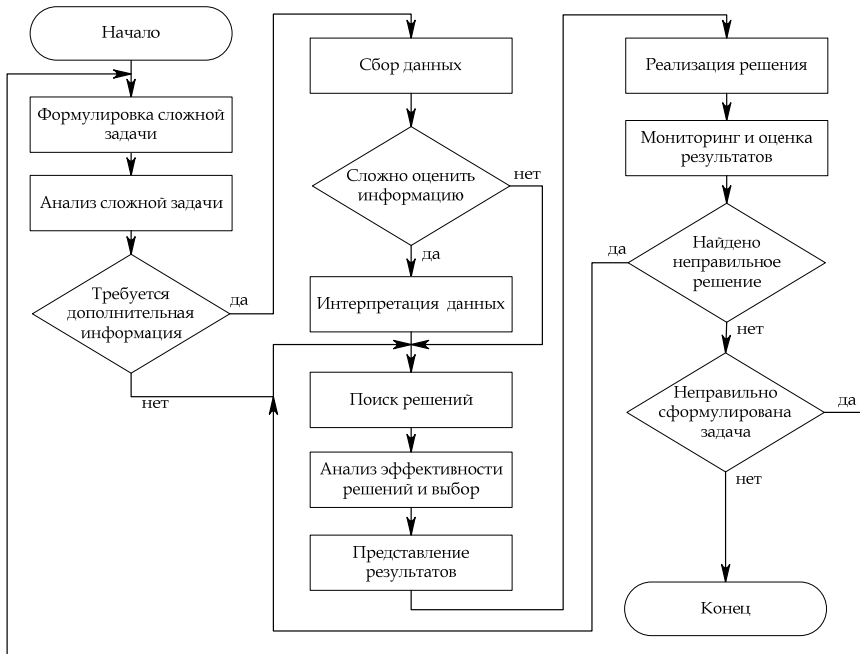


Рис. 1. Блок-схема процесса решения сложных задач коллективом экспертов

Идентификатор	Название задачи	Наименования экспертов	Пн 15 май																
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
1	Сложная задача																		
2	Подзадача 1	Эксперт 1																	
3	Подзадача 2	Эксперт 2																	
4	Подзадача 3	Эксперт 3 Эксперт 4																	
5	Подзадача 4	Эксперт 5																	
6	Подзадача 5 (интеграция решений)	Лицо, принимающее решения																	

Рис. 2. Пример диаграммы Ганта

Метафорические представления, такие как этапы сплава по реке (рис. 3, а) [9], постройка моста над пропастью (рис. 3, б) [10] и другие – средства когнитивной визуализации, предназначенные для активизации правополушарного мышления экспертов. Метафора – образ, в основе которого – сравнение одного объекта с другим, не связанным с ним объектом на основе некоего общего признака [9]. Умение создания хороших метафор связано со способностью видеть сходства [11]. Метафоры – линзы, помогающие сфокусировать внимание на том, что необходимо, позволяющие с первого взгляда идентифицировать пробле-

му, в том числе в коллективе, решающем сложные задачи, и найти пути ее решения [9]. Некоторые из них полезно использовать как стандартные визуализационные инструменты управленческой команды.

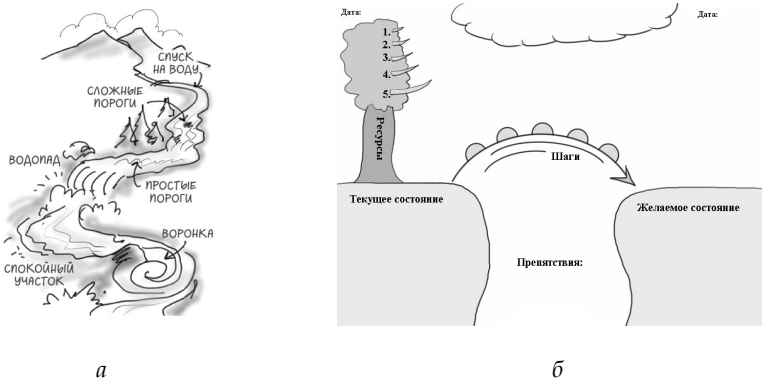


Рис. 3. Примеры метафорических представлений процесса решения сложных задач коллективом экспертов:  
 а – этапы сплава по реке; б – постройка моста над пропастью

Ромб группового принятия решений (рис. 4) – модель для обнаружения и использования скрытых аспектов повседневной жизни коллектива, которая может быть использована в качестве инструмента диагностики, дорожной карты или обучающего инструмента, дающего коллективу единый язык дискуссии [1]. Модель позволяет показать, что недопонимание – естественная часть коллективного принятия решения, а «зона дискомфорта» – следствие разнообразия мнений в коллективе. Коллективы, способные выдержать стресс «зоны дискомфорта», чаще оказываются способны найти общую почву для совместной работы.

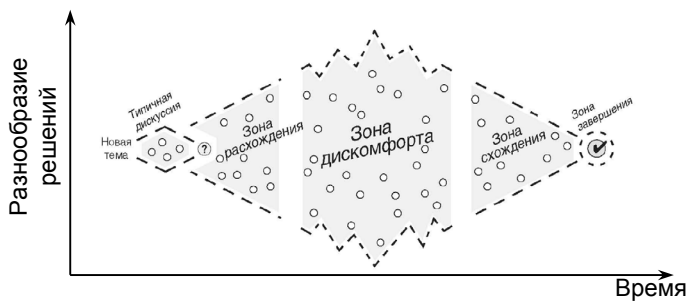


Рис. 4. Графическое представление модели ромба группового принятия решений

Группометр – автоматизированная система, визуализирующая характеристики общения экспертов в чате [12]. Исходные данные для визуализации автоматически извлекаются из истории общения на основе подхода лингвистического исследования и подсчета слов Дж. У. Пен-

небэйкера, состоящего в вычислении доли слов, которые выражают положительные и отрицательные эмоции, ссылки на себя и подтверждение [13]. Использование чата в качестве среды общения позволяет вычислять эти характеристики в реальном времени.

В ранних прототипах системы для визуализации характеристик коллективной работы, таких как эффективность, участие, энтузиазм, лидерство, применялись аналоговые радиальные индикаторы типа тахометра (рис. 5, а). Серой стрелкой показано значение характеристики, вычисленное для высказываний пользователя, которому они демонстрируются, это же значение дублируется в виде балльной оценки в центре циферблата. Белая стрелка показывает усредненное значение данной характеристики для коллектива в целом. В более поздних версиях системы авторы отказались от предоставления пользователю текущего значения нескольких характеристик в пользу демонстрации истории значений одной, рассчитанной для каждого участника (рис. 5, б). График выполнен в оригинальной форме, но, по сути, представляет собой обычную точечную диаграмму: каждый участник чата представлен в виде рыбы определенного цвета, положение которой по вертикальной оси определяет значение некоторой характеристики его участия в работе коллектива, за каждой из рыб тянется шлейф из пузырьков, показывающих ее положение в предыдущие моменты времени.

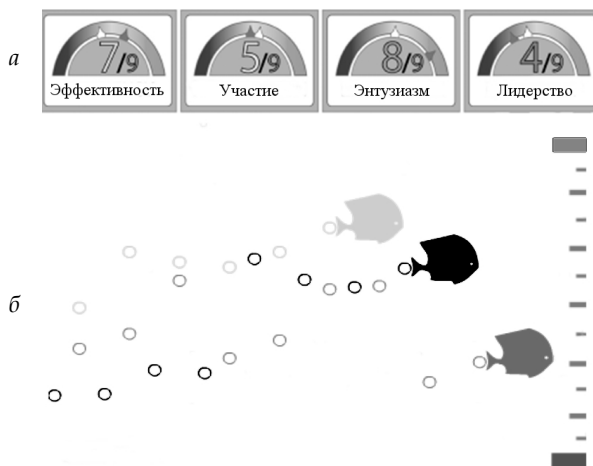


Рис. 5. Подсистема визуализации группометра:  
а – в ранних прототипах; б – в последних версиях

Для построения диаграммы консенсуса [14] применяется пружинная модель построения графа [15], при этом узлы графа – эксперты, а ребра – отношения между ними (рис. 6). Длина ребра между двумя узлами определяется мерой сходства их мнений [14]. В зависимости от того, какую информацию требуется визуализировать, могут применяться различные меры сходства. Фигурки экспертов, применяемые для обозначения узлов графа, различаются по размеру в зависимости от последовательности поведения эксперта в ходе обсуждения, что поз-



воляет легко идентифицировать экспертов высказывающих противоречивые мнения. Кроме того, эксперты со схожими мнениями объединяются в кластеры, обозначаемые различными цветами, центроид каждого кластера показывается точкой, а фигурка эксперта, мнение которого ближе всего к центроиду «своего» кластера, обводится пунктиром. Положение решения, соответствующего глобальному консенсусу на текущий момент, показывается пиктограммой «рукопожатие».

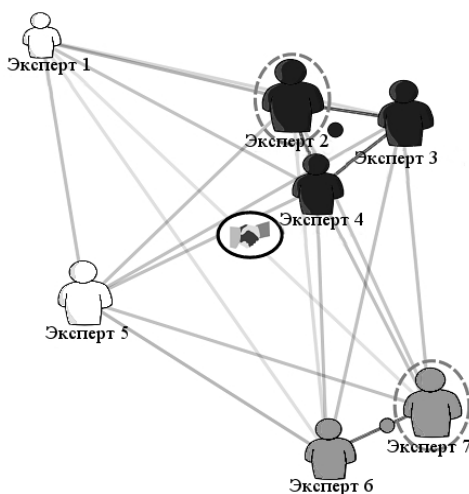


Рис. 6. Диаграмма консенсуса

Основные преимущества и недостатки перечисленных методов визуализации представлены в таблице.

**Сравнительный анализ методов визуализации процессов принятия решений в малом коллективе экспертов**

Название	Назначение	Достоинства	Недостатки
Блок-схема	Декомпозиция процесса на этапы	Описывает любые процессы	Нельзя описать длительность стадий и требуемые ресурсы; сложен для восприятия
Циклическая диаграмма	Декомпозиция циклического процесса на этапы	Прост для восприятия	Нельзя описать ветвящиеся процессы, длительность стадий и требуемые ресурсы
Диаграмма Ганта	Планирование процесса коллективного решения задач в условиях ограничения по времени	Отображает все необходимые для диспетчеризации параметры	Нельзя описать циклические и ветвящиеся процессы; сложен для восприятия неспециалистом
Метафора этапов сплава по реке	Образное описание стадии процесса	Прост для восприятия	Нельзя описать циклические процессы, время выполнения стадий и требуемые ресурсы





Окончание табл.

Название	Назначение	Достоинства	Недостатки
Метафора постройки моста над пропастью	Образно описание стадий процесса, препятствий и требуемых ресурсов	Прост для восприятия	Нельзя описать циклические процессы
Ромб группового принятия решений	Отображение дорожной карты процесса коллективного решения задач	Прост для восприятия	Нельзя описать условия начала и завершения стадий дискуссии
Группометр	Визуализация различных характеристик коллективного общения экспертов в чате	Прост для восприятия; строится в реальном масштабе времени	Мало информативен, в каждый момент времени визуализируется только одна характеристика коллективного общения
Диаграмма консенсуса	Визуализация значений меры сходства мнений между каждой парой экспертов	Прост для восприятия; строится в реальном масштабе времени	Нельзя описать стадии процесса коллективного решения задачи, время их выполнения и требуемые ресурсы

88

В зависимости от целей ЛПР и сложившей в коллективе ситуации принятия решений могут применяться одно или несколько средств визуализации групповых процессов из перечисленных в таблице. Применение рассмотренных средств визуального моделирования групповых процессов в виртуальном гетерогенном коллективе позволит его участникам наблюдать за процессом решения задачи и корректировать свое поведение, чтобы обеспечить принятие согласованного решения.

### Заключение

Рассмотрен процесс решения задач малым коллективом экспертов и его основные этапы. Проанализированы существующие методы визуального моделирования групповых процессов при принятии решений малым коллективом экспертов, показаны преимущества и недостатки основных из них.

Применение предлагаемых средств визуализации позволит участникам виртуального гетерогенного коллектива наблюдать за ходом принятия решений, учитывать в своей работе стадию процесса принятия решений и состояние коллектива, что обеспечит его устойчивость в зоне дискомфорта. Понимание того, какие решения рассматривались, какие из них были отклонены и каким образом было принято итоговое решение, повысит степень доверия к результатам работы таких систем.

### Список литературы

1. Кейнер С. и др. Руководство фасилитатора: как привести группу к принятию совместного решения. М., 2014.



2. Кириков И.А. и др. Концептуальная модель виртуальных гетерогенных коллективов для поддержки принятия групповых решений // Системы и средства информатики. 2016. Т. 26, вып. 3. С. 93–105.
3. Самсонова М.В., Ефимов В.В. Технология и методы коллективного решения проблем. Ульяновск, 2003.
4. Занковский А.Н. Организационная психология. М., 2002.
5. Организационное поведение. СПб., 2004.
6. Кириков И.А., Колесников А.В., Листопад С.В. Моделирование систем поддержки принятия решений синергетическим искусственным интеллектом // Информатика и ее применения. 2013. Т.7, вып. 3. С. 62–69.
7. Lengler R., Eppler M. A Periodic Table of Visualization Methods. URL: [http://www.visual-literacy.org/periodic\\_table/periodic\\_table.html](http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html) (дата обращения: 20.06.2017).
8. Ветров Ю. Визуализация данных: классификация. Первая часть обзорного материала об инфографике. URL: <http://experiment.ru/technologies/data-visualization-1/2/> (дата обращения: 20.06.2017).
9. Суббет Д. Увидеть решение: Визуальные методы управления бизнесом. М., 2016.
10. Sicinski A. Categories Visual Metaphor: Bridging the Gap. URL: <http://www.visualthinkingmagic.com/visual-metaphor-bridge-gap> (дата обращения: 20.06.2017).
11. Пукер П. Метафорический процесс как познание, воображение и ощущение // Теория метафоры : сб. М., 1990. С. 416–434.
12. Leshed G. et al. Visualizing language use in team conversations: designing through theory, experiments, and iterations // CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. N. Y., 2010. P. 4567–4582.
13. Pennebaker J.W., Francis M.E., Booth R.J. Linguistic inquiry and word count: LIWC2001. Mahwah, N.J., 2001.
14. Alonso S. et al. Visualizing Consensus in Group Decision Making Situations // Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems. L., 2007. P. 1823–1828.
15. Eades P. A heuristic for graph drawing // Congress Numerantium. 1984. № 42. P. 149–160.

#### Об авторах

Кириков Игорь Александрович – канд. техн. наук, доц., директор Калининградского филиала Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Россия.

E-mail: baltbipiran@mail.ru

Колесников Александр Васильевич – д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, ст. науч. сотр., Калининградский филиал Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Россия.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Листопад Сергей Викторович – канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Калининградский филиал Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Россия.

E-mail: ser-list-post@yandex.ru



### **The authors**

Dr Igor Kirikov, ass. prof.; director, Kaliningrad Branch of the Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Russia.  
E-mail: baltbipiran@mail.ru

Prof. Alexander Kolesnikov, Immanuel Kant Baltic Federal University; senior scientist, Kaliningrad Branch of the Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Russia.  
E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Dr Sergey Listopad, scientist, Kaliningrad Branch of the Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Russia.  
E-mail: ser-list-post@yandex.ru